

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2002-229084

(43)Date of publication of application : 14.08.2002

(51)Int.CI.

G02F 1/35
H01S 3/30
H04B 10/17
H04B 10/16
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 2001-030053

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 06.02.2001

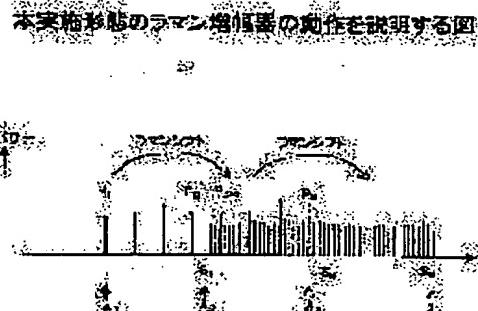
(72)Inventor : NAITO TAKAO
TANAKA TOSHIKI

(54) RAMAN AMPLIFIER AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a Raman amplifier which can provide a wider gain wavelength bandwidth.

SOLUTION: Excitation lights P1 to PM are arranged appropriately in wavelength bands λ_1 to λ_3 . The width of the wavelength bands λ_1 to λ_3 is larger than the Raman shift quantity. Gains are obtained in the wavelength bandwidths λ_2 to λ_3 , with the excitation lights P1 to PQ being arranged in the wavelength bands $\#1$ to λ_2 . Gains are obtained in wavebands λ_3 to λ_4 with excitation lights PQ+1 to PM being arranged in the wavelength bands λ_2 to λ_3 . Consequently, gains are obtained in the wavelength bands λ_2 to λ_4 . The signal lights S1 to SN are arranged in the wavelength bands λ_2 to λ_4 . Deviations in the gains are adjusted, by controlling the powers of the exciting lights P1 to PM.



[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

によって約300 nmの距離が得られることがわかる。周波数の波長範囲から約100 nmシフトしている。このため、図3において、信号光S1～Snを伝送するための波長範囲は λ_2 ～ λ_4 である。周波光P1～Paとして使用される波長範囲は λ_2 ～ λ_4 に對して100 nmまでシフトしている。

(10032) 図4は、本実施形態のラマン増幅器の動作を説明する圖である。ラマン増幅器S3より周波光P1～Paが与えられると、信号光入 λ_2 ～ λ_3 においては、周波光P1～Paに對するラマン増幅により増幅され定されている。従って、波長範囲入 λ_2 ～ λ_3 においては、周波光PQ1～Pmおよび信号光S1～Srが増幅している。

(10033) 図5は、図5に示すラマン増幅器の動作を説明する圖である。このラマン増幅器では、3段階のラマン顕現が生じる。すなわち、波長範囲入 λ_2 ～ λ_3 に對する周波光P1～PQにより波長帯域入 λ_2 ～ λ_3 において判別が得られる。また、波長範囲入 λ_2 ～ λ_3 に對する周波光PQ1～Pmにより波長帯域入 λ_2 ～ λ_3 において判別が得られる。さらに、波長範囲入 λ_2 ～ λ_3 に對する周波光Pm～Pnにより波長帯域入 λ_2 ～ λ_3 において判別が得られる。これにより、信号光入 λ_2 ～ λ_3 においては、周波光P1～Paに對するラマン増幅により増幅され、CCF、波長入 λ_2 ～ λ_3 との差が100 nmで約1.0 nmとなる。

(10034) 同様に、ラマン増幅器S3より周波光P1～Paが与えられると、波長範囲入 λ_2 ～ λ_4 においては、周波光P1～Paに對するラマン増幅により増幅され定されている。従って、波長範囲入 λ_2 ～ λ_4 においては、周波光PQ1～Pmおよび信号光S1～Srが増幅されている。

(10035) 図6は、約300 nmとする、金剛石環状入 λ_2 ～ λ_3 をモードマッチングする、すなわち、このラマン増幅器における、ラマンシフト量の3倍の所持波長範囲入 λ_2 ～ λ_6 は、約200 nmとなる。すなわち、ラマン増幅

3. $1 \pm 0.025 \times n$ (Hz) である。ここで、
 「n」は整数である。ただし、屈曲光は、信号光が既定
 される範囲よりも大きいかぎりで駆動される。
 ([0043]) のように、本技術では、信号光およ
 び屈曲光は、共に ITU-T グリッドに沿って駆動され
 る。屈曲光は、P01 ~ P04 を受信すると
 2.0 倍の光ファイバを介して出射される。
 3 は、波長よりも短い波長を持つ光
 を受信したときに、それを e ポートを介
 すねば、波長 3.3 は、c ポートを介

の他の例を示す図である。この方法は、P1～P_nが各ラマン増幅器30により多量化されて伝送路光ファイバ10へ導入する。P1～P_nは、伝送路に励起光を供給する方法の1例を示す図である。この方法においては、励起光P1～P_nが各ラマン増幅器30により供給され、励起光P_n～P₁が局光S1～Snを生成する。
 (0048) 図9は、伝送路に励起光を供給する方法の1例を示す図である。この方法においては、励起光P1～P_nが各ラマン増幅器30により供給され、局光S1～Snを生成する。
 (0049) 領域10は、局光S1～Snを生成するための倍増光光路42、およびこれらとの倍増光および局光を合流する合流部43を備える。倍増光光路42は、Q1～P_nが鏡面10Cにより供給される。
 (0050) 領域10は、倍増光Q1～P_nを生成するための倍増光光路42、およびこれらとの倍増光および局光を合流する合流部43を備える。倍増光光路42は、Q1～P_nが鏡面10Cにより供給される。なお、倍増光S1～Sn及び励起光P_n～P₁は、図3～図6に示す波長λ₂より長いものとする。

10

3. $1 \pm 0.025 \times n$ (mm) である。ここで、
 「n」は整数である。ただし、感光部は、倍率光が設定
 される範囲よりも大きな範囲で設定される。
 [0.043] のように、本実験範囲では、倍率光およ
 び感光部は、共にITU-Tグリッドに住して設定され

る。このとき、信号光は、基本的にには 2.5 GHz 每に設定されがるが、屈曲光が設定されるべき波長には設定されない、即ち、信号光および屈曲光に対して同じ波長が割り当てられることがない。また、屈曲光のパワーは、通常、信号光の $7 / 10$ 位よりも大きい。ただし、信号光のそれと比較して広くなる。このため、ある波長を屈曲光に割り当てる場合には、その波長に近接する数個の波長は、信号光に対して割り当たらない。

【0044】複数の屈曲光は、基本的にには、図 8 に示すように、空間的に配置される。尚、複数の屈曲光が空間的に配置されると、それらの屈曲光のパワーの割合によってランク順位を調整することで比較的容易になる。

【0045】次に、伝送路に屈曲光を供給するための機つかの構成および方法について説明する。なお、以下で 20 は、屈曲光 $P_1 \sim P_m$ により信号光 $S_1 \sim S_n$ が複数個を

れるものとする。

(0048) 図9は、伝送路に励起光を供給する方法の一例を示す図である。この方法においては、励起光P₁～P_Qが各ランプ専用器30Cより供給され、励起光P₁～P_Qが端局10により供給される。

(0049) 端局10は、信号光S₁～S_Nを生成するための信号光源41、励起光Q₁～Q_Mを生成するための励起光源42、およびこれらとの信号光および励起光を合流する合流段43を備える。これにより、信号光および励起光が波長多層により多重化されて伝送路光ファイバに送出される。なお、信号光S₁～S_Nと励起光P_Q～P_Mの波長は、図3～図5に示す波長2より長いものとする。

(0048) 各ランプ側部器 3 0は、励起光 P1 ~ P4 を生産するための励起光器 3 1およびそれらの励起光を伝送路に導くための合波器 3 2を備える。CCTで、励起光器 3 1は、例えば、これらの励起光を生成するための電球のレークサダイオード駆動器 3 2である。また、これらの励起光の反射鏡の反射光は、合波器 3 2により会波され合波器 3 3に与えられる。なお、励起光 P1 ~ P4 の波長は、図 3 ~ 図 5 に示す波長入射よりも長いものとする。

(0049) 波除器 3 3は、3つの入出力ポート (a ~ cポート) を備える。a ポートは端末 1 0側の光ファイバに接続され、b ポートは端末 2 0側の光ファイバに接続され、c ポートは励起光器 3 1により生成される励起光を受容する。そして、合波器 3 3は、波長入射よりも長い波長を保持した光を b ポートから受容したときに、その反射光を b ポートにして放出する。すなわち、合波器 3 3

トを介
トを介

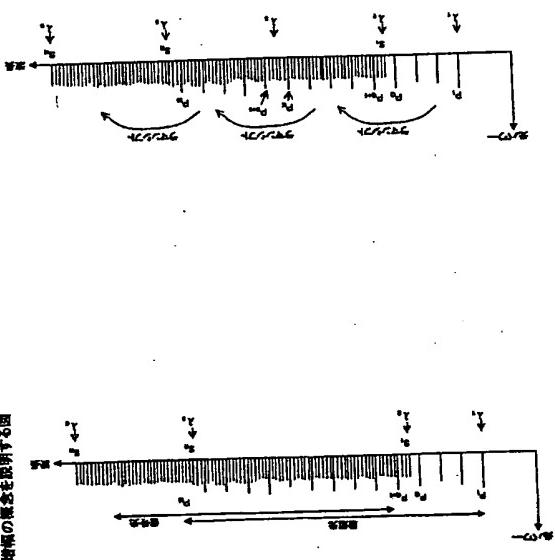
アライ、しなが
配備成
P1~
波平、波
わち、は
定置さ
波長
およ
増相さ
くに
によ
S r1~

は、歴史においてより何よりも重要な事件である。

は、ここで、
ボートから光を
発する。光が
波長380nmの
光の光

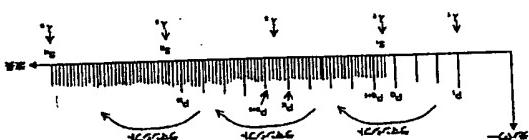
特開2002-228084

[図5] より低い周波数が持たれた場合のラマン増幅の概念を説明する図

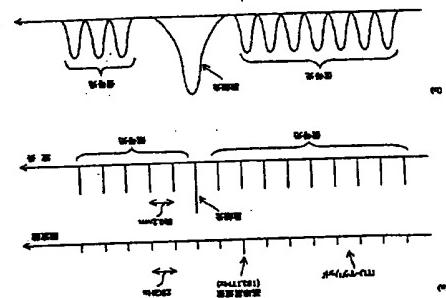


(16)

[図6] 図5に示すラマン増幅器の動作を説明する図

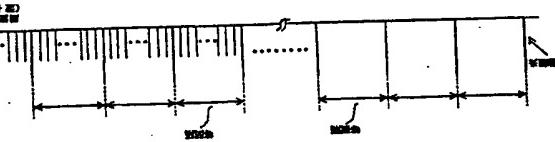


[図7] 信号光および動起光の混線方法を説明する図

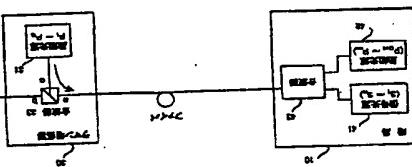


[図8]

[図8] 動起光の配置方法を説明する図



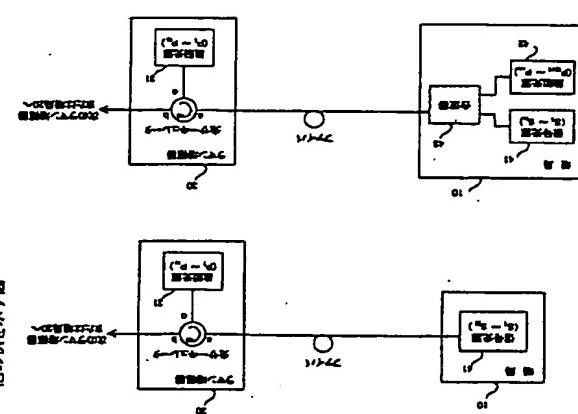
[図9] 伝送路に動起光を供給する方法の一例を示す図



特開2002-228084

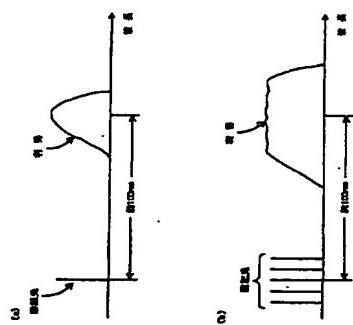
〔圖10〕〔圖11〕〔圖12〕〔圖13〕〔圖14〕

図10に示す方法の変形例図
補助光の配置を説明する(その1)



[301]

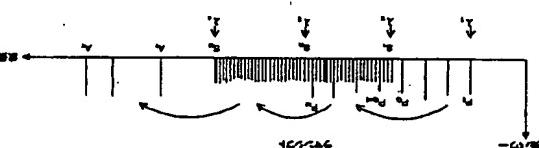
ラマン増幅の原理を説明する



特開2002-228084

四八一

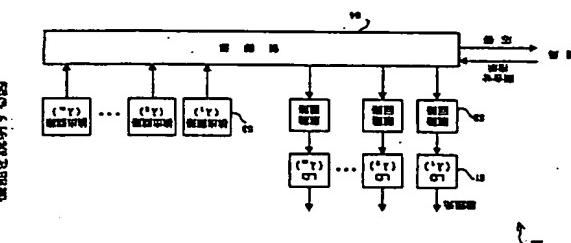
補助光の配置を説明する図(その1)



特刊2002-228084
(18)

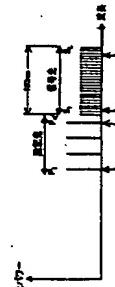
121

ラマン増幅器において利得を調整する



100

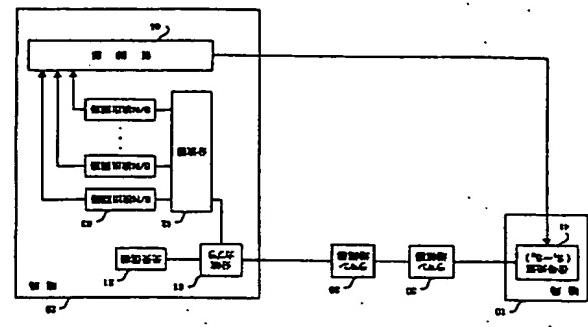
卷之六



特種2002-228084

131

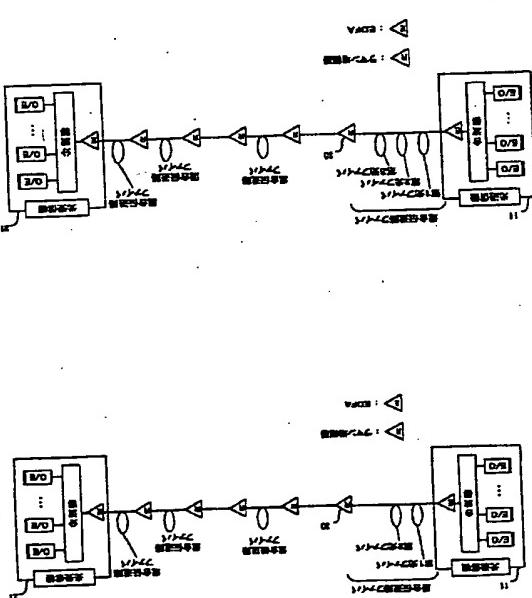
信号光の光子/N比を調整する方法を説明する図



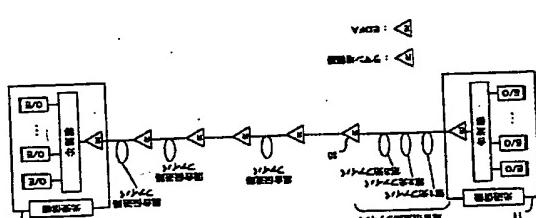
特開2002-229084

(19)

[図14]
混合伝送ファイバが繋げられた光伝達システムの構成図
(その1)



[図16]
混合伝送ファイバが繋げられた光伝達システムの構成図
(その2)

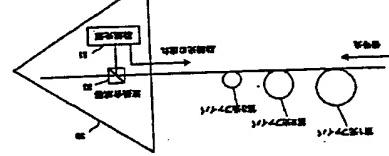


00

特開2002-229084

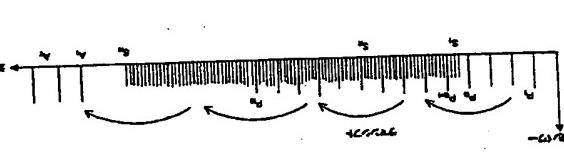
(20)

[図17]
図16に示すシステムにおけるラマン増幅器の構成図
(その2)



[図17]

図16に示すシステムにおけるラマン増幅器の構成図
(その2)



(19)

[図19]
補助光の配置を説明する図(その2)

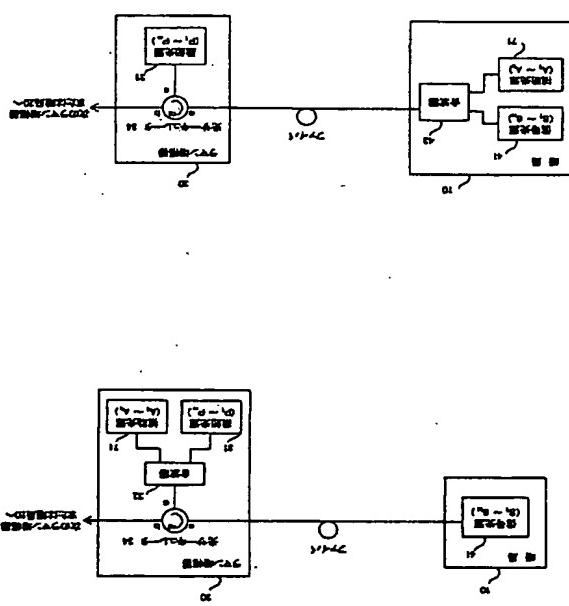
(a)	
n	λ ₀ (nm) 波長範囲 の範囲
1	1.53 1537
1	1.55 1553
1	1.57 1573
1	1.61 1613
1	1.65 1653
1	1.69 1693
1	1.73 1733
1	1.77 1773
1	1.81 1813
1	1.85 1853
1	1.89 1893
1	1.93 1933
1	1.97 1973
1	2.01 2013
1	2.05 2053
1	2.09 2093
1	2.13 2133
1	2.17 2173
1	2.21 2213
1	2.25 2253
1	2.29 2293
1	2.33 2333
1	2.37 2373
1	2.41 2413
1	2.45 2453
1	2.49 2493
1	2.53 2533
1	2.57 2573
1	2.61 2613
1	2.65 2653
1	2.69 2693
1	2.73 2733
1	2.77 2773
1	2.81 2813
1	2.85 2853
1	2.89 2893
1	2.93 2933
1	2.97 2973
1	3.01 3013
1	3.05 3053
1	3.09 3093
1	3.13 3133
1	3.17 3173
1	3.21 3213
1	3.25 3253
1	3.29 3293
1	3.33 3333
1	3.37 3373
1	3.41 3413
1	3.45 3453
1	3.49 3493
1	3.53 3533
1	3.57 3573
1	3.61 3613
1	3.65 3653
1	3.69 3693
1	3.73 3733
1	3.77 3773
1	3.81 3813
1	3.85 3853
1	3.89 3893
1	3.93 3933
1	3.97 3973
1	4.01 4013
1	4.05 4053
1	4.09 4093
1	4.13 4133
1	4.17 4173
1	4.21 4213
1	4.25 4253
1	4.29 4293
1	4.33 4333
1	4.37 4373
1	4.41 4413
1	4.45 4453
1	4.49 4493
1	4.53 4533
1	4.57 4573
1	4.61 4613
1	4.65 4653
1	4.69 4693
1	4.73 4733
1	4.77 4773
1	4.81 4813
1	4.85 4853
1	4.89 4893
1	4.93 4933
1	4.97 4973
1	5.01 5013
1	5.05 5053
1	5.09 5093
1	5.13 5133
1	5.17 5173
1	5.21 5213
1	5.25 5253
1	5.29 5293
1	5.33 5333
1	5.37 5373
1	5.41 5413
1	5.45 5453
1	5.49 5493
1	5.53 5533
1	5.57 5573
1	5.61 5613
1	5.65 5653
1	5.69 5693
1	5.73 5733
1	5.77 5773
1	5.81 5813
1	5.85 5853
1	5.89 5893
1	5.93 5933
1	5.97 5973
1	6.01 6013
1	6.05 6053
1	6.09 6093
1	6.13 6133
1	6.17 6173
1	6.21 6213
1	6.25 6253
1	6.29 6293
1	6.33 6333
1	6.37 6373
1	6.41 6413
1	6.45 6453
1	6.49 6493
1	6.53 6533
1	6.57 6573
1	6.61 6613
1	6.65 6653
1	6.69 6693
1	6.73 6733
1	6.77 6773
1	6.81 6813
1	6.85 6853
1	6.89 6893
1	6.93 6933
1	6.97 6973
1	7.01 7013
1	7.05 7053
1	7.09 7093
1	7.13 7133
1	7.17 7173
1	7.21 7213
1	7.25 7253
1	7.29 7293
1	7.33 7333
1	7.37 7373
1	7.41 7413
1	7.45 7453
1	7.49 7493
1	7.53 7533
1	7.57 7573
1	7.61 7613
1	7.65 7653
1	7.69 7693
1	7.73 7733
1	7.77 7773
1	7.81 7813
1	7.85 7853
1	7.89 7893
1	7.93 7933
1	7.97 7973
1	8.01 8013
1	8.05 8053
1	8.09 8093
1	8.13 8133
1	8.17 8173
1	8.21 8213
1	8.25 8253
1	8.29 8293
1	8.33 8333
1	8.37 8373
1	8.41 8413
1	8.45 8453
1	8.49 8493
1	8.53 8533
1	8.57 8573
1	8.61 8613
1	8.65 8653
1	8.69 8693
1	8.73 8733
1	8.77 8773
1	8.81 8813
1	8.85 8853
1	8.89 8893
1	8.93 8933
1	8.97 8973
1	9.01 9013
1	9.05 9053
1	9.09 9093
1	9.13 9133
1	9.17 9173
1	9.21 9213
1	9.25 9253
1	9.29 9293
1	9.33 9333
1	9.37 9373
1	9.41 9413
1	9.45 9453
1	9.49 9493
1	9.53 9533
1	9.57 9573
1	9.61 9613
1	9.65 9653
1	9.69 9693
1	9.73 9733
1	9.77 9773
1	9.81 9813
1	9.85 9853
1	9.89 9893
1	9.93 9933
1	9.97 9973
1	10.01 10013
1	10.05 10053
1	10.09 10093
1	10.13 10133
1	10.17 10173
1	10.21 10213
1	10.25 10253
1	10.29 10293
1	10.33 10333
1	10.37 10373
1	10.41 10413
1	10.45 10453
1	10.49 10493
1	10.53 10533
1	10.57 10573
1	10.61 10613
1	10.65 10653
1	10.69 10693
1	10.73 10733
1	10.77 10773
1	10.81 10813
1	10.85 10853
1	10.89 10893
1	10.93 10933
1	10.97 10973
1	11.01 11013
1	11.05 11053
1	11.09 11093
1	11.13 11133
1	11.17 11173
1	11.21 11213
1	11.25 11253
1	11.29 11293
1	11.33 11333
1	11.37 11373
1	11.41 11413
1	11.45 11453
1	11.49 11493
1	11.53 11533
1	11.57 11573
1	11.61 11613
1	11.65 11653
1	11.69 11693
1	11.73 11733
1	11.77 11773
1	11.81 11813
1	11.85 11853
1	11.89 11893
1	11.93 11933
1	11.97 11973
1	12.01 12013
1	12.05 12053
1	12.09 12093
1	12.13 12133
1	12.17 12173
1	12.21 12213
1	12.25 12253
1	12.29 12293
1	12.33 12333
1	12.37 12373
1	12.41 12413
1	12.45 12453
1	12.49 12493
1	12.53 12533
1	12.57 12573
1	12.61 12613
1	12.65 12653
1	12.69 12693
1	12.73 12733
1	12.77 12773
1	12.81 12813
1	12.85 12853
1	12.89 12893
1	12.93 12933
1	12.97 12973
1	13.01 13013
1	13.05 13053
1	13.09 13093
1	13.13 13133
1	13.17 13173
1	13.21 13213
1	13.25 13253
1	13.29 13293
1	13.33 13333
1	13.37 13373
1	13.41 13413
1	13.45 13453
1	13.49 13493
1	13.53 13533
1	13.57 13573
1	13.61 13613
1	13.65 13653
1	13.69 13693
1	13.73 13733
1	13.77 13773
1	13.81 13813
1	13.85 13853
1	13.89 13893
1	13.93 13933
1	13.97 13973
1	14.01 14013
1	14.05 14053
1	14.09 14093
1	14.13 14133
1	14.17 14173
1	14.21 14213
1	14.25 14253
1	14.29 14293
1	14.33 14333
1	14.37 14373
1	14.41 14413
1	14.45 14453
1	14.49 14493
1	14.53 14533
1	14.57 14573
1	14.61 14613
1	14.65 14653
1	14.69 14693
1	14.73 14733
1	14.77 14773
1	14.81 14813
1	14.85 14853
1	14.89 14893
1	14.93 14933
1	14.97 14973
1	15.01 15013
1	15.05 15053
1	15.09 15093
1	15.13 15133
1	15.17 15173
1	15.21 15213
1	15.25 15253
1	15.29 15293
1	15.33 15333
1	15.37 15373
1	15.41 15413
1	15.45 15453
1	15.49 15493
1	15.53 15533
1	15.57 15573
1	15.61 15613
1	15.65 15653
1	15.69 15693
1	15.73 15733
1	15.77 15773
1	15.81 15813
1	15.85 15853
1	15.89 15893
1	15.93 15933
1	15.97 15973
1	16.01 16013
1	16.05 16053
1	16.09 16093
1	16.13 16133
1	16.17 16173
1	16.21 16213
1	16.25 16253
1	16.29 16293
1	16.33 16333
1	16.37 16373
1	16.41 16413
1	16.45 16453
1	16.49 16493
1	16.53 16533
1	16.57 16573
1	16.61 16613
1	16.65 16653
1	16.69 16693
1	16.73 16733
1	16.77 16773
1	16.81 16813
1	16.85 16853
1	16.89 16893
1	16.93

(20) 特開2002-229084

[図20]

補助光を供給する方法を示す図(その1)

補助光を供給する方法を示す図(その2)



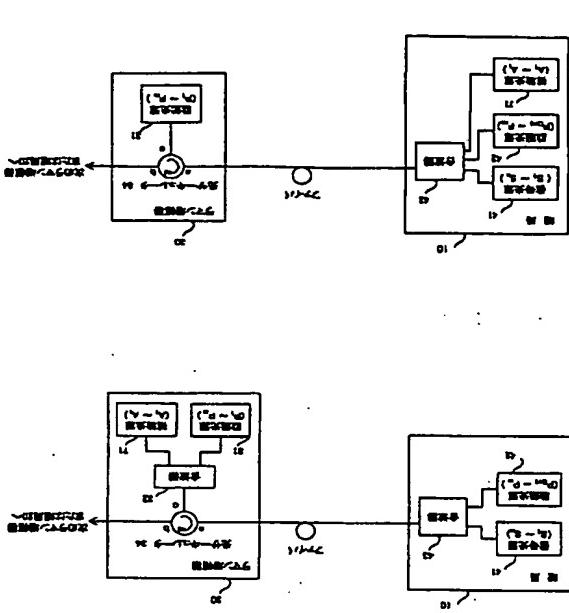
(21) 特開2002-229084

[図21]

補助光を供給する方法を示す図(その2)

補助光を供給する方法を示す図(その3)

補助光を供給する方法を示す図(その4)

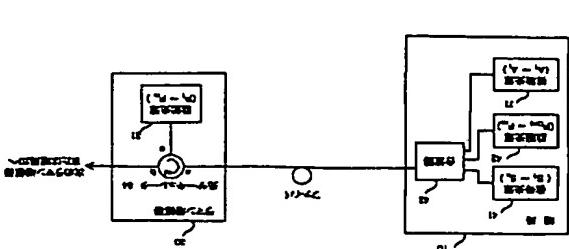


(22) 特開2002-229084

[図22]

補助光を供給する方法を示す図(その3)

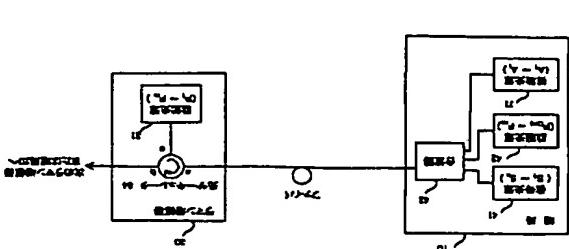
補助光を供給する方法を示す図(その4)



(23) 特開2002-229084

[図23]

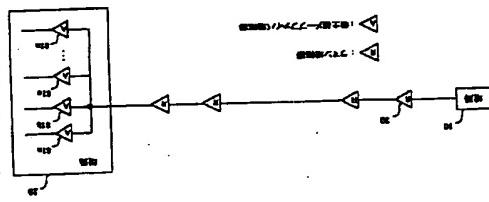
補助光を供給する方法を示す図(その4)



特開2002-228084

(23)

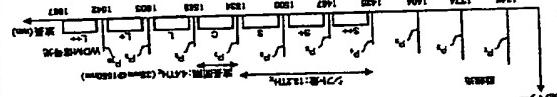
【図2.4】 フラッシュ増幅回路およびドライバ回路が接続する
光伝送システムの構成図



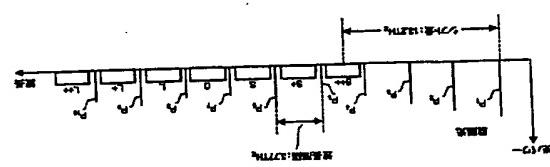
特開2002-228084

(24)

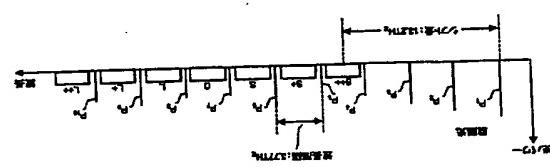
【図2.5】 駆起光の正電極を示す図(その1)



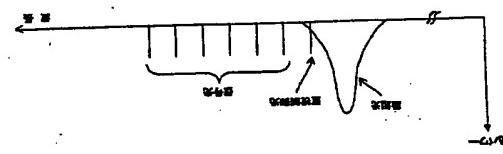
【図2.6】 駆起光の正電極を示す図(その2)



【図2.7】 駆起光の配線例を示す図(その2)



【図2.8】 駆起制御光を配置する方法を説明する図

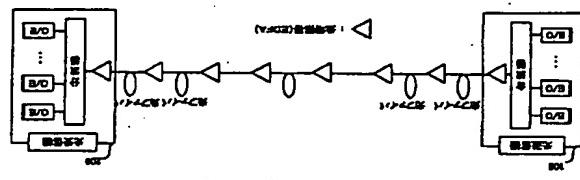


特開2002-228084

特開2002-229084

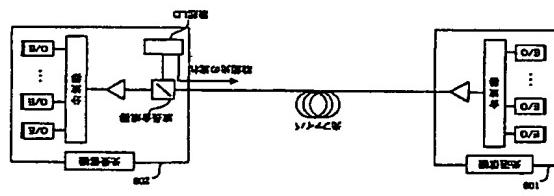
(図2.9)

一般的な光中継システムの構成図



(図3.1)

デアンダウトを利用した
波長多重光伝送システムの構成図



フロントページの続き

(5)Int.CI'
H 0 4 J 14/02

F I
F-224 (554)

Fターム(554) 2K002 A007 AB30 BA01 CA45 DA10
EA08 HA24
SF072 AB07 AK06 KC30 MM07 PP07
QD07 YY17
SK002 AA06 BA05 BA13 CA13 DA02
FA01

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)